**Лабораторная работа 6.8**

**Изучение температурной зависимости электропроводности полупроводников**

**1. Цель работы**

Изучить зависимость электропроводности полупроводникового образца от температуры. Определить ширину запрещенной зоны

**2. Теоретическое введение**

Электропроводность C:\Users\Хозяин\Downloads\course129\labs\Polupr\Image6.gif материалов определяется выражением:

C:\Users\Хозяин\Downloads\course129\labs\Polupr\Image7.gif    (1)

где q+ и q- - соответственно величина заряда положительных и отрицательных носителей электрического заряда, n+ и n- - концентрация соответственно положительных и отрицательных носителей заряда, µ+ и µ- - подвижности положительных и отрицательных носителей заряда.

В нашей задаче исследуется собственная электропроводность полупроводника. Поэтому положительными носителями заряда являются дырки, а отрицательными- электроны. Следовательно,

|q+| = |q-| = e

и, поскольку полупроводник собственный, то n+ = n- = n

Тогда C:\Users\Хозяин\Downloads\course129\labs\Polupr\Image8.gif   (2)

Здесь µn и µp- подвижность электронов проводимости и дырок, соответственно.

Строго говоря, от температуры зависят и концентрация, и подвижности носителей заряда. Однако, во многих случаях в узком диапазоне температур зависимостью подвижностей от температуры можно пренебречь и считать подвижности постоянными, не зависящими от температуры. В данной работе рассматривается именно этот случай.

Зависимость концентрации собственных носителей от температуры описывается экспонентой:

C:\Users\Хозяин\Downloads\course129\labs\Polupr\Image9.gif   (3)

Здесь *Eg -*ширина запрещенной зоны, *k*- постоянная Больцмана, *T-* температура образца, *n0-* концентрация носителей при высоких температурах.

Отсюда C:\Users\Хозяин\Downloads\course129\labs\Polupr\Image10.gif   (4)

Обозначим ***n0 e(µn+µp)=*** ***C:\Users\Хозяин\Downloads\course129\labs\Polupr\Image11.gif*** и условно назовем это электропроводностью образца при бесконечно большой температуре. В результате получим выражение для электропроводности образца:

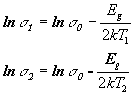
C:\Users\Хозяин\Downloads\course129\labs\Polupr\Image12.gif   (5)

Таким образом, зависимость электропроводности собственного полупроводника от температуры является экспоненциальной. Уравнение (5) поддается экспериментальной проверке и позволяет определить ширину запрещенной зоны полупроводника ***Eg***. Именно это и является целью данной лабораторной работы.

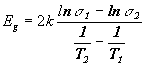
Прологарифмируем формулу (5). Получим:

C:\Users\Хозяин\Downloads\course129\labs\Polupr\Image13.gif   (6)

Отсюда следует, что график зависимости C:\Users\Хозяин\Downloads\course129\labs\Polupr\Image14.gif от C:\Users\Хозяин\Downloads\course129\labs\Polupr\Image15.gif представляет собой прямую линию, что легко проверить практически. Для вычисления ширины запрещенной зоны *Eg*поступим следующим образом. Построим прямую (6). В уравнении (6) имеем два неизвестных: ширину запрещенной зоны *Eg*и логарифм электропроводности при бесконечно большой температуре *ln*0. Возьмем на прямой (6) две произвольные точки. Уравнение (6) для этих точек запишется как

   (7)

Решив эту систему относительно***Eg***получим:

   (8)

Формула (8) является рабочей для вычисления ширины запрещенной зоны полупроводника.

В данной работе полупроводниковый образец выполнен в виде параллелепипеда, имеющего длину ***l***, ширину ***a***и высоту ***b*.** Для вычисления электропроводности образца воспользуемся законом Ома. Электрическое сопротивление образца по закону Ома равно

C:\Users\Хозяин\Downloads\course129\labs\Polupr\Image18.gif   (9)

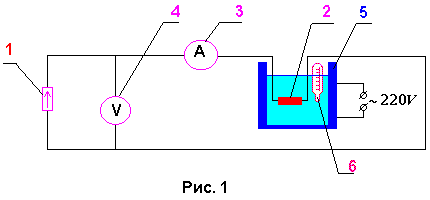
где *U-* электрическое напряжение на образце, *I-* сила тока через образец. Приняв во внимание геометрию образца и связь электропроводности и удельного сопротивления C:\Users\Хозяин\Downloads\course129\labs\Polupr\Image19.gif найдем выражение для электропроводности полупроводникового образца

C:\Users\Хозяин\Downloads\course129\labs\Polupr\Image21.gif   (10)

где ***S=ab****-* площадь поперечного сечения образца.

**3. Описание лабораторной установки**

Схема лабораторной установки приведена на рис.1.



Сила тока источника (1) не зависит от сопротивления нагрузки. Нагрузкой источника является образец (2). Сила тока, протекающего через образец, регистрируется миллиамперметром (3), а напряжение на образце измеряется при помощи вольтметра (4). Образец наклеен на электроизолирующую теплопроводную пластину и помещен в печь (5) с маслом. Туда же помещен термометр (6) для измерения температуры образца.

**4. Задание**

Выполняется по вариантам.

|  |  |
| --- | --- |
| Вариант | Сила тока, мА |
| 10 | 10 |

1. Установить силу тока через образец в соответствии с вариантом. Записать силу тока в отчет по лабораторной работе.
2. Изменяйте температуру образца от 250С до 800С через 50С, каждый раз записывая напряжение на образце. Полученные данные занесите в таблицу в отчете по лабораторной работе.
3. Вычислить по формуле (10) электропроводности образца при всех температурах. Прологарифмировать полученные значения электропроводности.
4. Вычислите абсолютные температуры образца Т= t+273, К. Все данные занесите в таблицу измерений.
5. Построить график зависимости***ln***от 1 Т.
6. На графике выбрать две точки в диапазоне температур от 400С до 800С. Определить для этих точек по графику величины ***ln***и 1  и вычислить по формуле (8) ширину запрещенной зоны полупроводника.

**5. Контрольные вопросы**

1. Вывести формулу для собственной электропроводности полупроводника.
2. Почему для проверки температурной зависимости электропроводности полупроводников строится график зависимости ***ln***от    **.**?
3. Вывести формулу для вычисления ширины запрещенной зоны полупроводника.

**6. Литература**

1. Савельев И.В. Курс общей физики.- М.: Наука, 1979,- т.3,§ 57,58,59.
2. Айзенцон А.Е. Курс физики.- М.: Высшая школа, 1996.- Гл.19 § 19.3